Aus dem Königlich pathologischen Institut München.
(Direktor: Prof. Dr. M. Borst.)

Experimentelle Untersuchungen zur Embolielokalisation in der Lunge.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

vorgelegt einer

hohen medizinischen Fakultät

der

königl. bayer. Ludwigs-Maximilians-Universität zu München

von

Walther Georgi
aus Heidelberg.

München 1912.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät zu München.

Dekan: Prof. Dr. Fr. v. Müller. Referent: Prof. Dr. Borst.

Abdruck aus den „Beiträgen zur pathologischen Anatomie und zur allgemeinen Pathologie“, begründet von Ziegler, herausgegeben von Aschoff und Marchand.

Meinen lieben Eltern.

In der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg demonstrierte am 11. Januar 1912 Kretz zwei Versuche über Lokalisation der Lungenembolie. Nach dem kurzen Referat in der Münchener Med. Wochenschrift (Nr. 11 1912) und dem Sitzungsbericht der Physikal. med. Gesellschaft zu Würzburg (Jahrgang 1912) führte er dabei aus, daß schon Kundrat eine Lungenembolie bei einer puerperalen Pyämie von einer anderen von otogener Herkunft unterschieden habe, indem bei ersterer der Unterlappen, bei letzterer der Oberlappen betroffen gewesen sei. Kretz führt ferner an, daß Behring bei Injektionen von Tuberkelbazillen in die Jugularis externa beim Rind nur Oberlappenerkrankungen gefunden habe. Auch miliare Lungentuberkulose nach Ductus thoracicus-Erkrankungen soll zu besonders starker Entwicklung der Oberlappeninfektion führen. Helly hat im patholog. Institut in Würzburg die experimentelle Bestätigung dieser Anschauung zu erbringen versucht. Er hat — wie Kretz berichtet — eine dickliche Hefeemulsion hergestellt, von der je $^1/_2$ ccm in die Vena jugularis ext. resp. femoralis injiziert wurde. Nach $^1/_2$ Min. wurde das Tier — am Kaninchen wurde experimentiert — durch Nackenschlag getötet. Die Emboli aus dem Gebiet der unteren Hohlvene waren nun in den unteren Lungenlappen, die aus dem der oberen Hohlvene in den Oberlappen lokalisiert, was aus den embolischen Blutungen sehr deutlich an den beiden vorgezeigten Präparaten zu demonstrieren gewesen sein soll. Die empirisch gefundene Ansicht Kundrat's hätte damit ihre Bestätigung gefunden.

Am Pathologenkongreß 1912 in Straßburg hat dann Kretz kurz nochmals über diese Versuche referiert. Es war ganz natürlich, daß eine solche neue Vorstellungsweise, die allem Anschein nach imstande gewesen wäre, unsere festen, physiologischen Anschauungen von der Blutverteilung umzustoßen, zur regen Debatte führen mußte und auf starken Widerspruch stieß.

Eine ausführlichere Arbeit aus dem Würzburger Institut über diese Untersuchungen ist bis heute noch nicht erschienen.

Der Liebenswürdigkeit von Herrn Prof. Dr. Borst verdanke ich die Überlassung dieses Themas zur weiteren experimentellen Untersuchung.

Meine Versuche erstreckten sich auf 43 Tiere (15 Kaninchen und 28 Ratten). Neun verschiedene Substanzen wurden als Emboliematerial verwendet (Tab. 1 u. 2). Die Dosierung der einzelnen Emboliestoffe betrug 10 mal 1 ccm, 1 mal $^3/_4$ ccm, 11 mal $^1/_2$ ccm, 17 mal $^1/_4$ ccm und 4 mal ca. $^1/_8$ ccm. Mit Äther narkotisiert wurden 38 Tiere. Bei 5 Kaninchen, bei denen in die Ohrvene injiziert wurde, konnte die Narkose unterbleiben. Diese konnten auch in ihrer natürlichen Körperhaltung während der Einspritzung belassen werden; die anderen Tiere dagegen wurden in der üblichen Weise aufgespannt. Bei diesen 38 wurde 26 mal in horizontaler, 12 mal in senkrechter Lage des Tieres die Einspritzung vorgenommen. Um die Art, Schnelligkeit und Lokalisation der Embolie genauer zu verfolgen, wurde 2 mal vor dem Eingriff der Thorax durch Abtragung des Sternums breit eröffnet. Der Ort der Injektion lag 26 mal im Bereich der unteren, 17 mal in dem der oberen Hohlvene, indem die untere Hohlvene selbst 8 mal, die linke Nierenvene 18 mal, — je nach dem geeignetsten Gefäß — die rechte Jugularvene 7 mal die linke 6 mal. die rechte Ohrvene 5 mal, die Vena axillaris 1 mal benutzt wurde. Über die Technik des Eingriffes ist zu bemerken: In die gestaute und mit Toluol erweiterte Ohrrandvene wurde mit der größten, gangbaren Injektionsnadel eingestochen, und wenn das venöse Blut die Nadel ganz erfüllt hatte, langsam unter Vermeidung jeden stärkeren Druckes injiziert. Diese nicht narkotisierten Tiere wurden durch Nackenschlag getötet und sofort seziert. Bei allen übrigen Versuchen wurde das narkotisierte Tier aufgespannt, durch einen großen Schnitt die Bauchhöhle eröffnet und die Gedärme nach rechts beiseite geschlagen. Vorzüglich eignet sich die stark hervortretende linke Nierenvene zur Injektion. Bei der Vena jugularis externa wurde die freigelegte Vene vor ihrem Eintritt in die Brusthöhle angestochen. Nach der Injektion wurde jeweils möglichst rasch mit zwei Scherenschnitten die Brusthöhle eröffnet und die Lungen mit dem Herzen herausgeschnitten. Das Ergebnis war eigentlich jedesmal schon makroskopisch sicher.

Die Versuchsreihen (s. auch Tab. I).

I. Olivenöl mit Sudan III zu gleichen Teilen gemischt, färbte, 1 ccm in die linke Nierenvene einer Ratte injiziert, die ganze Lunge orangerot.

II. Olivenöl mit 0,5 % Scharlachrotpulver versetzt, das sich leicht darin löst, gibt eine tiefrote Färbung und kennzeichnet die in der Lunge betroffenen Partien ausgezeichnet. Bei 2 Ratten wurde je 1 ccm in die untere Hohlvene, respektive in die linke Nierenvene eingespritzt. Während bei dem einen Tier die ganze Lunge injiziert war, zeigten sich beim anderen deutlich zwei hellere Flecken im rechten Oberlappen (Nr. II, 1), der aber im übrigen auch betroffen ist. — Bei einem Kaninchen wurde $^1/_2$ ccm in die rechte Vena jugularis externa bei aufrechter Körperhaltung eingespritzt (Nr. II, 2). Beide Oberlappen zeigten, daß sie viel weniger Injektionssmasse erhalten hatten als Unter- und Mittellappen.

III. Olivenöl löst sich mit 2 % Scharlachrotpulver in der Wärme gut zu einer dicklichen Flüssigkeit. 4 Kaninchen erhielten davon 2 mal 1 ccm, 2 mal $^1/_2$ ccm ohne Narkose in die rechte Ohrvene langsam eingespritzt. Während bei dreien alle Lungenlappen betroffen waren, ergab die Sektion von einem (Nr. III, 2) eine besonders starke Färbung des linken Unterlappens.

IV. Die käufliche Preßhefe wurde zerrieben und mit Wasser zu einem dicklichen Brei geschüttelt. Dieser erwies sich als leicht färbbar mit Anilinfarben, wie Säurefuchsin, Eosin und Löfflerblau.

2 Ratten und 5 Kaninchen wurden zum Versuch herangezogen. 4 mal war die untere Hohlvene, 2 mal die linke Nierenvene, 1 mal die rechte Ohrvene als Injektionsstelle verwendet. Letzter Versuch wurde auch ohne Narkose ausgeführt. Eingespritzt wurde 2 mal 1, 3 mal $^1/_2$, 2 mal $^1/_4$ ccm Hefeemulsion. Es ergab sich in allen Fällen eine Beteiligung aller Lungenlappen; wenn auch eine Kaninchenlunge einen viel helleren linken Oberlappen (Nr. IV, 2) aufwies — 1 ccm Masse war in die untere Hohlvene gespritzt worden — so waren im mikroskopischen Bilde auch im Oberlappen — allerdings viel weniger zahlreich — die Hefeemboli nachweisbar. Wichtig ist bei diesem Resultate, daß der Versuch bei eröffnetem Thorax und am aufrecht gestellten Tiere ausgeführt worden war. Ein anderer Versuch am liegenden Tier (Nr. IV, 7), bei dem ebenfalls das Sternum zur Beobachtung der Embolie weggenommen war, ergab eine gleichmäßige Färbung der ganzen Lunge. Die Übereinstimmung des makroskopischen Farbbildes mit der Embolieverteilung zeigte die mikroskopische Kontrolle, die noch an 3 weiteren Präparaten dieser Serie vorgenommen wurde.

Leider zieht das konservierende Formalin die Anilinfarben langsam aus, so daß es zur allmählichen Abblassung des Injektionsbildes kommt.

V. Kaolin, eine natürliche, kieselsäurereiche Porzellanerde, färbt sich gut mit Nilblau in alkoholischer Lösung und eignet sich in dieser Lösung suspendiert als Emboliematerial. Ein Versuch damit, 1 ccm in die untere Hohlvene gebracht, ergab beim horizontal aufgespannten Tier eine Emboliverteilung in allen Lungenlappen.

VI. Geschlemmte Kreide läßt sich mit Löfflerblau färben. 6 Versuche mit einer Aufschwemmung davon ergaben jedesmal Embolie der ganzen Lunge. Bei horizontaler Lage wurde $^3/_4$ ccm 1 mal, $^1/_2$ cm 3 mal, $^1/_4$ ccm 2 mal ins Gebiet der Cava inferior gebracht. Interessant war, daß in einem Falle (Nr. VI, 3) der linke Oberlappen entschieden stärker als die anderen Lungenteile sich färbte.

VII. Zinkstaub in Wasser suspendiert wurde als dünnflüssige Masse 2 horizontal liegenden Ratten einmal in die linke Nierenvene und einmal in die rechte Jugularvene einverleibt. Die Sektion ergab beidemal einen Metallglanz, der über die ganze Lungenoberfläche sich ausdehnte.

VIII. Bleisuperoxyd (PbO_2), ein schweres, rotbraunes Pulver, läßt sich mit Wasser zu einer dicklichen, rotbraunen Masse anreiben. Zur Injektion eignet sich dasselbe sehr gut, da die betroffene Lungenpartie dadurch außerordentlich deutlich gekennzeichnet ist. Die Kanüle, die hier leicht verstopft wird, muß möglichst groß gewählt werden. Zur Ausführung kamen 17 Versuche an 15 Ratten und 2 Kaninchen. Am horizontalen Tier war 5 mal die linke Nierenvene, 3 mal die Jugularvene Ausgangspunkt für $^1/_4$ und $^1/_8$ ccm Aufschwemmung. — In diesen Fällen waren stets alle Lungenteile injiziert.

Besonders zu erwähnen sind 9 Versuche dieser Reihe, die am vertikal gestellten Tiere ausgeführt wurden. 2 mal wurde ca. $^1/_8$ ccm, 2 mal $^1/_2$ ccm, 2 mal $^1/_2$ ccm in die Jugularvene, 3 mal $^1/_4$ ccm in die Nierenvene gebracht. Auch hier zeigten sich stets alle Lappen an der Embolie beteiligt. Einmal war aber bei der Injektion von der Nierenvene aus der rechte Unterlappen (Nr. VIII, 13) viel weniger stark braunschwarz verfärbt. Neben der Sektion der Brustorgane am lebenden, aber narkotisierten Tiere wurde 3 mal das arterielle Blut entnommen und im Ausstrichpräparat auf $Pb\,O_2$ untersucht. Das Resultat war stets negativ; ebenso konnten im Herzfleisch, Leber und Milz keine Emboli gefunden werden.

IX. Quecksilber läßt sich mit einer Dextrinlösung durch kräftiges, längeres Schütteln in einen Brei feinster Tröpfchen verwandeln, indem die beim Schütteln zerfallenden Quecksilbermassen sich mit einem feinsten Dextrinhäutchen überziehen, welches das Zusammenfließen verhindert. Ohne Veränderung läßt es sich in diesem Zustand durch eine mäßig dicke Kanüle hindurchpressen. — Einem horizontal aufgespannten Kaninchen wurde 1 ccm sehr langsam in die untere Hohlvene ein-

gespritzt. Durch die Venenwand konnte man das langsame Abfließen aus der Kanülenöffnung überwachen. Die schwere, im Wasser untergehende Lunge läßt auf dem Schnitt und im mikroskopischen Präparat mit bloßem Auge schon, die Quecksilbertröpfchen erkennen, die in alle Lappen hineingekommen waren (Nr. IX, 1). Ein Kaninchen, dem in vertikaler Stellung ebenfalls 1 ccm aber in die rechte Vena axillaris eingespritzt wurde, zeigte an der ganzen Oberfläche der sehr schweren Lunge silbergraue Emboli. Der Versuch auch vom Gebiet der unteren Hohlvene aus dem aufrecht gestellten Tiere eine Lungenembolie beizubringen, mißglückte trotz der größten Sorgfalt bei 6 Tieren. Gleichviel ob in die Vena cruralis, die Nierenvene oder Cava inferior, auch nach Resektion der eventuell drückenden oder durch Zug am Mesenterium hindernden Därme, die Injektion erfolgt war, nie erreichte das Quecksilber das Herz oder gar die Lunge. Die ansaugende Kraft des Herzens ist zu schwach, um das schwere Metall so hoch zu heben.

Epikrise.

Ohne Zweifel wird die Kretz'sche Anschauung über die Gesetzmäßigkeit in der Lokalisation der Lungenembolie auf manchen bestechend gewirkt haben, und man wird deshalb anfangs bei einer experimentellen Nachprüfung vielleicht geneigt sein, negative Resultate nur auf eine mangelhafte Technik zu schieben, zumal ja über die Kretzschen Versuchsbedingungen so wenig zu erfahren ist. Wenn dann aber Experiment auf Experiment konträr zur neuen Anschauung ausfällt, wenn die Ergebnisse mit der alten, einfachen stets sich decken, dann ist es nicht nur die Masse der Untersuchungen, sondern besonders die Mannigfaltigkeit der Versuchsbedingungen, die beweisend wirken. Das war auch unser Ziel: die Versuchsbedingungen möglichst vielseitig zu gestalten und durch Vergleichen aller Resultate nach Gesetzmäßigkeiten zu forschen.

Wenn wir zunächst die äußerlichen Versuchsbedingungen überblicken, so ist die Äthernarkose, die nur in 5 Fällen wegfallen konnte, zu beachten. Indessen glaube ich annehmen zu dürfen, daß auch die Kretz'schen Versuche am narkotisierten Tiere stattgefunden haben. Es sinkt ja auch bei der Äthernarkose (im Gegensatz zur Chloroformnarkose) der Blutdruck nicht, und auch die Respirationstiefe wird nicht wesentlich verringert.

Was die Menge der Emboliemasse anbelangt, so ist bei Kretz allem Anschein nach stets $^1/_2$ ccm verwandt worden. Bei uns wurden Mengen von 1 ccm bis ca. $^1/_8$ ccm (die Dosiergung ist bei so kleinen Mengen schwer ganz genau zu treffen) angewandt und es zeigte sich, daß die Embolilokalisation unabhängig von der Menge ist. Die 6 Fälle, die im Gegensatz zu allen übrigen eine Bevorzugung eines Lappen erkennen

ließen, verteilen sich 2 mal auf Versuche mit 1 ccm, 3 mal mit $^1/_2$ ccm, 1 mal mit $^1/_4$ ccm Injektionsmasse.

Um einen stärkeren Druck zu vermeiden, der vielleicht hätte imstande sein können, die normalen Verhältnisse in der Vene gänzlich zu verändern, haben wir stets besonders darauf geachtet, mit dem gerade genügenden Mindestdruck die Einspritzung auszuführen.

Die Größe der Emboli kommt für die Lokalisationsfrage insofern in Betracht — wie auch schon Kretz bemerkt — als nur kleine Emboli, die nicht schon in der Art. pulmonalis hängen bleiben, verwendet werden dürfen. Das traf auch für unsere Substanzen stets zu. Diese können sich durchweg leicht im Blute zerteilen, aber auch das Quecksilber schießt mit seinen feinen Tröpfchen bis in die kleinen Lungenarterien hinein. — Mit der Kleinheit der Emboli und der Fähigkeit die Form zu verändern, wie dies beim Olivenöl, z. T. auch beim Quecksilber der Fall sein mochte, wirft sich die Frage auf: Können diese Substanzen nicht einfach durch die Lunge teilweise hindurchgepreßt und in die Körpergewebe geschleppt werden, um durch diese hindurch so zum 2. Mal in die Lunge zu gelangen, und das Bild der Lokalisation zu verändern? Aus diesem Grunde haben wir einmal im Gegensatz zu Kretz, der $^1/_2$ Min. verstreichen ließ, stets möglichst rasch der Injektion die Sektion folgen lassen. Auch wurde bei der Sektion auf die anderen Organe ein Augenmerk gerichtet. Dann wurde 2 mal die Embolie bei breit eröffnetem Thorax beobachtet und konstatiert, daß die Lungenverfärbung in ihrer definitiven Verteilung schon nach wenigen Herzschlägen auftritt und höchstens später bei der ausgebluteten Lunge etwas deutlicher noch hervortritt. Endlich wurde, wie schon erwähnt, mehrmals arterielles Blut, dann Herzmuskel, Leber, Milz auf Embolie hin untersucht. Das Resultat war ein negatives. So durften wir einige Präparate, bei denen das Mediastinum deutliche Emboli zeigte, dahin deuten, daß hier durch Pleuragefäße mit ihren Kollateralen diese Verschleppung zustande gekommen war.

Nach ihrem Gewicht werden sich die verwendeten Stoffe wohl in folgende Reihe einordnen lassen.

Olivenöl — Sudan a a
1. Olivenöl — 0,5 % Scharlachrot
   Olivenöl — 2 % Scharlachrot
   Hefe
2. Kaolin
3. Kreide
4. Zink
5. Bleisuperoxyd
6. Quecksilber.

Dabei wird der Fettembolie im menschlichen Körper die künstliche Olivenölembolie, der Bakterienembolie die künstliche Hefeembolie am

nächsten in stofflicher Eigenschaft stehen. Das Gewicht dürfte wahrscheinlich nur bei den Versuchen mit Quecksilbertröpfchen in Betracht gekommen sein, da der senkrecht gestellte Blutstrom der Vena cava inf. sie nicht bis zum Herzen emporheben konnte; dagegen war die Kraft des rechten Herzens stark genug um auch beim aufrechten Tier Quecksilber in den oberen Lungenlappen zu pumpen. Man darf wohl annehmen, daß bei den anderen Substanzen die Wirkung der Schwere, besonders durch die feine Verteilung der Emulsionen, noch weniger zur Geltung kam.

Aus unseren Versuchen dürfen wir nun den Schluß ziehen, daß die Art des Embolus — charakterisiert durch sein spezifisches Gewicht und die Größe seiner Bestandteile, resp. Feinheit der Verteilung — nicht seine Lokalisation bedingt.

Wenn wir nun aber gerade so schwere Stoffe wie das Blei und das Quecksilber benutzten, die doch den natürlichen Emboli so wenig entsprechen, so verfolgten wir damit besondere Zwecke. Eine Vorstellung über die Stromkraft mußte gewonnen werden, um daraus weitere Schlüsse ziehen zu können. Denn man könnte daran denken, daß solche schwere Substanzen aus der spezifischen Blutstraße im Gefäß — wie man es sich nach der Kretz'schen Anschauung denken müßte — herausfallen oder herausgeschleudert werden, und sodann eine andere Lungenlokalisation zeigen. So haben wir zuerst darauf geachtet, ob die schweren Emboli beim horizontal liegendem Tiere besonders in den dorsalen Lungenpartien sich lokalisieren. Das war nicht der Fall.

Wenn wir nun aber bei einem aufrecht gestellten Tier (siehe auch Tabelle II) solche schwere Substanz einspritzen, so dürfte man annehmen, daß der Schwere nach, die hier besonders in Frage kommt, vielleicht die Embolie ganz besonders den Unterlappen bevorzugen würde, gleichwohl ob in das Gebiet der Cava sup. od. inf. injiziert wäre. Auch das war nicht der Fall. Die Kraft des rechten Ventrikels überwindet diese Schwerkraft; ist also ganz beträchtlich. Folgende Überlegung führt uns noch einen Schritt weiter: Wenn wir nun einen solchen schweren Embolus von oben dem aufrechten Tier injizieren und er geht nur in den Oberlappen, so ist dies der beste Beweis für die Kretz'sche Anschauung, denn trotz Lage und Schwere ist eine Mischung des Blutes der beiden großen Venen nicht eingetreten; geht er in den Oberlappen und in den Unterlappen, so könnte die Embolie des Unterlappens dem anormal schweren Embolus zur Last gelegt werden und der Versuch von Kretz für sich in Anspruch genommen werden. Wird nun aber ein schwerer Embolus von der unteren Hohlvene eingespritzt und er geht nicht nur in den Unter- sondern auch in den oberen Lungenlappen, so ist das natürlich der schlagendste Beweis gegen die Kretz'sche Anschauung. Und dies ist uns gelungen. In den 3 Fällen der Serie VIII (Nr. VIII 13, 14, 15) wurde je $^1/_4$ ccm Bleisuperoxydemulsion der aufrecht gestellten Ratte in die linke Nierenvene gespritzt. Während 2 mal (bei

Nr. VIII 14 u. 15) alle Lungenlappen injiziert waren, war sogar (bei Nr. VIII 13) einmal der rechte Unterlappen viel schwächer betroffen. Trotzdem hierbei die Bedingungen also derart waren, daß leicht aus physikalischen Gründen eine Lokalisation im Unterlappen denkbar gewesen wäre, war die embolische Masse in den Lappen gegangen, in den sie nach der Kretz'schen Anschauung — aber auch wenn hier nur das Gesetz der Schwere zur Geltung käme — nicht hätten hingehen dürfen. Gerne hätten wir natürlich mit dem schweren Quecksilber den Versuch wiederholt, aber der periphere Venenstrom erwies sich dabei stets zu schwach, und oberhalb des Zwerchfells einzugehen, mußte wegen des damit verbundenen Pneumothorax vermieden werden. Interessant war es aber, daß trotz der großen Schwere des Quecksilbers bei der Injektion von der Vena axillaris aus auch der Oberlappen mit betroffen wurde. Eine ähnliche Überlegung führte uns zu dem entgegengesetzten Versuch. Das leichte, gefärbte Olivenöl (Nr. II 3) wurde von der Jugularis aus dem aufrecht gestellten Tiere eingespritzt. Nach der Kretz'schen Anschauung sicher, aber auch sonst hätte man die Lokalisation dieses leichten Stoffes in den oberen Lungenlappen verstanden. Da war es natürlich doppelt interessant, daß hier die ganze Lunge, besonders stark aber die Unterlappen betroffen waren. Solche Versuche mit erschwerten Bedingungen für die bisher herrschende, mit erleichterten Bedingungen für die Kretz'sche Theorie sind natürlich für die Beurteilung der ganzen Frage höchst wichtig; ganz besonders schwer aber fällt in die Wagschale, wenn nicht nur die ganze Lunge, sondern sogar, wie in 2 unserer Fälle, gerade die „falschen" Lungenlappen betroffen sind.

Bei 6 weiteren Tieren wurde in aufrechter Stellung von der Jugularvene aus PbO_2 eingespritzt. Damit waren folgende Verhältnisse gegeben: Die Embolie in den Oberlappen war durch das schwere Blei und die erhöhte Lage des Lungenlappens zum Herzen, also für eine Kretz'sche Lokalisation, erschwert; für den Unterlappen traf gerade das entgegengesetzte zu. Stets waren alle Lappen ohne irgendeine Bevorzugung gefärbt. Ich halte diese Versuche für weniger ausschlaggebend — natürlich nur im Verhältnis zu dem übrigen in aufrechter Lage —, wenn auch der Einwand, der Oberlappen würde selbstverständlich, der Unterlappen durch die Schwerkraft embolisiert, durch die bereits besprochenen Resultate der Lageversuche entkräftigt ist: Durch den starken Blutdruck wird die Wirkung der Schwerkraft aufgehoben.

Was endlich die Beurteilung des embolisierten Lungenbildes anbelangt, so fällt uns auf, daß es in dem Sitzungsbericht der physik.-med. Gesellschaft zu Würzburg heißt, die Tiere werden nach $^1/_2$ Min. durch Nackenschlag getötet und an den embolischen Blutungen sehe man sehr gut die Lokalisation. Daraus darf man wohl entnehmen, daß im Gegensatz zu meinen gefärbten Injektionsmassen, die Kretz'sche Hefeemulsion ohne Farbzusatz benutzt wurde. Dann ist aber der sichere

Nachweis der Embolielokalisation nur der mikroskopische, der trotz meiner gefärbten Präparate in irgendwie nicht ganz klaren Fällen und auch zur Kontrolle öfters von mir ausgeführt wurde. Bei verschiedenen Versuchen mit Quecksilber konnten auch an meinen Präparaten Blutungen konstatiert werden; die mikroskopische Untersuchung zeigte aber mehrmals, daß trotzdem gar keine Quecksilberemboli in die Lunge eingetreten waren. Eine Luftembolie war stets mit größter Wahrscheinlichkeit auszuschließen. Ob nun die Blutungen reflektorisch durch den großen Eingriff (Eröffnung der Bauchhöhle, Sektion des lebenden, narkotisierten Tieres) entstanden ist, bleibt mir unklar. Es ist aber bekannt, daß bei Eingriffen im Zentralnervensystem (Genickschlag!) Blutungen in den Lungen und im Magen entstehen (Kaufmann, Lehrbuch d. spez. Pathologie). Ein Zweifel wird wohl so nicht unberechtigt sein, ob wirklich die Deutungen der Blutungen an den Würzburger Präparaten — die Anzahl der gelungenen Versuche ist auch nicht bekannt! — als embolisch entstanden richtig sind. Endlich ist sicher doch bei nur zwei vorgewiesenen Präparaten, die eine solche Lokalisation aufweisen, ein Hinweis auf den Zufallsbereich nicht unangebracht.

Wenn wir kurz noch die rein theoretische Seite der Frage streifen, so ist natürlich das Schlagwort: die Herzpumpe. Ich brauche wohl kaum näher auszuführen, wie das Blut der oberen und unteren Körperhälfte im rechten Vorhof sich vereint, durch die Tricuspidalis hindurch in den rechten Ventrikel gepreßt, dann durch die Valvula pulmonalis in die Arterie hineingespritzt wird. Es ist schwer, sich vorzustellen, daß dabei keine intensive Blutmischung eintritt, daß durch die kleinen Klappenöffnungen getrennte Bahnen verlaufen können.

Der von Kretz angeführte Versuch Behring's mit der Lokalisation von in die Jugularis eingespritzten Tuberkelbazillen in den Oberlappen dürfte wohl dahin zu interpretieren sein, daß die Infektion den besten Boden im schwachgelüfteten Oberlappen und in dessen Spitze findet.

Wenn wir die Resultate (s. auch Tabelle I und II) der 43 Experimente überblicken, so erhalten wir 37 Lungen mit Embolie in allen Lappen, während nur bei 6 der eine oder andere Lappen bevorzugt ist. Kein Lungenlappen ist ganz frei. Aber auch unter diesen 6 Präparaten findet man nur 2, die dem Kretz'schen Schema einigermaßen entsprechen: Das ist ein Kaninchen, dem 1 ccm Hefe in die untere Hohlvene gespritzt worden war. Im Oberlappen waren Emboli, aber viel weniger als im Unterlappen vorhanden. Bei diesem Experiment ist die aufrechte Stellung nicht so wichtig, als der eröffnete Thorax, der eigentlich mit seinen anormalen Verhältnissen den Versuch ausschalten sollte. Der 2. Versuch betrifft eine Ratte, die 1 ccm Olivenöl mit 0,5 % Scharlach in die untere Hohlvene erhielt. Hier sind im rechten Oberlappen zwei größere helle Flecken vorhanden. — Die 4 anderen Fälle

zeigen gerade das entgegengesetzte Verhalten. 2 mal war der Oberlappen stärker gefüllt, obschon die Injektion im Gebiet der Cava inferior gelegen war; 2 mal war der Unterlappen stärker betroffen, obschon die Emboli von der oberen Hohlvene kamen. — Wären wir nun, ohne die Kretz'sche Anschauung zu kennen, auf dieses Resultat gestoßen, so wäre es uns gar nicht so merkwürdig vorgekommen. Der Oberlappen, der nur 2 mal besonders stark betroffen war, ist ja auch viel kleiner als der 4 mal bevorzugte Unterlappen. Natürlich entspricht diesem Verhalten auch die Weite der zuführenden Gefäße. Wenn nun dieser Gefäßunterschied nicht viel häufiger noch zu Unterlappenembolien führt, so kann man sich das nur so erklären, daß das Blut durch seinen Druck in der Lungenarterie die Emboli nach allen Seiten mitreißt. Im Gegensatz zu Kundrat bemerkt so auch Strümpell in seinem Lehrbuch der inneren Krankheiten, daß der Unterlappen (meist) der Sitz der embolischen Abszesse sei. Daß auch für die Kundrat'sche Erfahrungsanschauung der Zufallsbereich in Betracht gezogen werden könnte, dafür sprechen vor allem die Ausführungen von Marchand am Pathologenkongreß in Straßburg.

Die Resultate dieser Untersuchungen führen uns zu folgenden Schlußsätzen:

Bei unserem Tierexperiment ist die Emboliverteilung in der Lunge unabhängig von der Art und Menge des embolischen Materials, von der Lagerung des Tieres und von der Injektionsstelle.

Eine Embolilokalisation im Kretz'schen Sinne ist abzulehnen.

Es gereicht mir zur angenehmen Pflicht, Herrn Professor Dr. Borst und Herrn Dr. Wacker für ihre liebenswürdigen Anregungen und Unterstützungen auch hier meinen besten Dank auszusprechen.

Tabelle I.

(Nach den injizierten Stoffen.)

Nr.	Tier	Vene	ccm	Lage	Resultat	
					Oberlappen	Unterlappen
		I. Olivenöl + Sudan āā.				
1	Ratte	l. Nierenvene	1	horizontal	+	+
		II. Olivenöl + 0,5 % Scharlachrot (dickflüssig).				
1	Ratte	u. Hohlvene	1	horizontal	links: + rechts 2 helle Stellen	+
2	Kaninch.	r. Jugularvene	1/2	aufrecht	beiderseits schwächer	+
3	Ratte	l. Nierenvene	1	horizontal	+	+
		III. Olivenöl + 2 % Scharlachrot (dickflüssig).				
1	Kaninch.	r. Ohrvene	1/2	horizontal ohne Narkose	+	+
2	„	„	1/2	„	+	links bes. stark
3	„	„	1	„	+	+
4	„	„	1	„	+	+
		IV. Hefeemulsion (gefärbt).				
1	Kaninch.	unt. Hohlv.	1	horizontal	+	+
2	„	„	1	aufrecht Thorax offen	links: weniger	+
3	Ratte	„	1/2	horizontal	+	+
4	„	l. Nierenvene	1/4	„	+	+
5	Kaninch.	u. Hohlvene	1/2	„	+	+
6	„	r. Ohrvene	1/2	horizontal ohne Narkose	+	+
7	„	l. Nierenvene	1/4	horizontal Thorax offen	+	+
		V. Kaolinaufschwemmung (gefärbt).				
1	Kaninch.	u. Hohlvene	1	horizontal	+	+

Nr.	Tier	Vene	ccm	Lage	Resultat	
					Oberlappen	Unterlappen
			VI. Kreideaufschwemmung (gefärbt).			
1	Ratte	l. Nierenvene	3/4	horizontal	+	+
2	„	„	1/2	„	+	+
3	„	u. Hohlvene	1/2	„	links: stärker	+
4	„	l. Nierenvene	1/2	„	+	+
5	„	„	1/4	„	+	+
6	„	„	1/4	„	+	+
			VII. Zinkstaubaufschwemmung.			
1	Ratte	l. Nierenvene	1/4	horizontal	+	+
2	„	r. Jugularvene	1/4	„	+	+
			VIII. Bleisuperoxyd (in Wasser aufgeschlemmt).			
1	Ratte	l. Nierenvene	1/4	horizontal	+	+
2	„	„	1/4	„	+	+
3	„	„	1/8	„	+	+
4	„	„	1/8	„	+	+
5	„	„	1/4	„	+	+
6	„	r. Jugularvene	1/4	„	+	+
7	„	l. Jugularvene	1/4	„	+	+
8	„	„	1/4	„	+	+
9	„	r. Jugularvene	1/8	aufrecht	+	+
10	„	„	1/8	„	+	+
11	„	„	1/4	„	+	+
12	„	„	1/4	„	+	+
13	„	l. Nierenvene	1/4	„	+	+
						links: + rechts: weniger
14	„	„	1/4	„	+	+
15	„	„	1/4	„	+	+
16	Kaninch.	l. Jugularvene	1/2	„	+	+
17	„	„	1/2	„	+	+
			IX. Quecksilbertröpfchen (mit Dextrinlösung geschüttelt).			
1	Kaninch.	u. Hohlvene	1	horizontal	+	+
2	„	r. Axillarvene	1	aufrecht	+	+

Tabelle II.

(Nach Lage des Tieres und Ort der Injektion.)

Nr.	Tier	Gebiet der Injektion	ccm	Stoff	Resultat	
					Oberlappen	Unterlappen
a) Natürliche Stellung des Tieres (keine Narkose).						
III 1	Kaninch.	Obere Hohlvene	1/2	Öl	+	+
III 2	„	„	1/2	„	+	links: bes. stark
III 3	„	„	1	„	+	+
III 4	„	„	1	„	+	+
IV 6	„	„	1/2	Hefe	+	+
b) Horizontal aufgespanntes Tier (mit Narkose).						
VII 2	Ratte	obere Hohlvene	1/4	Zn	+	+
VIII 6	„	„	1/4	PbO_2	+	+
VIII 7	„	„	1/4	„	+	+
VIII 8	„	„	1/4	„	+	+
I 1	„	untere Hohlvene	1	Öl	+	+
II 1	„	„	1	„	links: 2 helle Stellen	+
II 3	„	„	1	„	+	+
IV 1	Kaninch.	„	1	Hefe	+	+
IV 3	Ratte	„	1/2	„	+	+
IV 4	„	„	1/4	„	+	+
IV 5	Kaninch.	„	1/2	„	+	+
IV 7	„	„	1/4	„	+	+
V 1	„	„	1	Kaolin	+	+
VI 1	Ratte	„	3/4	Kreide	+	+
VI 2	„	„	1/2	„	+	+
VI 3	„	„	1/2	„	links stärker	+
VI 4	„	„	1/2	„	+	+
VI 5	„	„	1/4	„	+	+
VI 6	„	„	1/4	„	+	+
VII 1	„	„	1/4	Zn	+	+
VIII 1	„	„	1/4	PbO_2	+	+
VIII 2	„	„	1/4	„	+	+
VIII 3	„	„	1/8	„	+	+
VIII 4	„	„	1/8	„	+	+
VIII 5	„	„	1/4	„	+	+
IX 1	Kaninch.	„	1	Hg	+	+

Nr.	Tier	Gebiet der Injektion	ccm	Stoff	Resultat	
					Oberlappen	Unterlappen
		c) Aufrechte Stellung des Tieres (mit Narkose).				
II 2	Kaninch.	obere Hohlvene	$^1/_2$	Öl	schwächer +	+
VIII 9	Ratte	„	$^1/_8$	PbO_2	+	+
VIII 10	„	„	$^1/_8$	„	+	+
VIII 11	„	„	$^1/_4$	„	+	+
VIII 12	„	„	$^1/_4$	„	+	+
VIII 16	Kaninch.	„	$^1/_2$	„	+	+
VIII 17	„	„	$^1/_2$	„	+	+
IX 2	„	„	1	Hg	+	+
IV 2	„	untere Hohlvene	1	Hefe	links: weniger	+
VIII 13	Ratte	„	$^1/_4$	PbO_2	+	rechts: weniger
VIII 14	„	„	$^1/_4$	„	+	+
VIII 15	„	„	$^1/_4$	„	+	+

Curriculum vitae.

1889 bin ich in Heidelberg geboren. Das kantonale Litterargymnasium besuchte ich in Zürich und erwarb dort im Herbst 1907 das Reifezeugnis. Ich studierte hierauf Medizin, zunächst 2 Semester in Zürich, dann je eines in Freiburg i. Br., in Kiel und in Würzburg. Meine 5 klinischen Semester verteilen sich auf die Universitäten Würzburg, Zürich und Heidelberg mit je einem Semester und München mit den beiden letzten Studienhalbjahren.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.